

論文内容の要旨 Abstract of Dissertation

氏名Name 伊藤 壱記

バラスト軌道における軌道保守の省力化を図るため、1999年にバラストの間隙にセメント系グラウト材をてん充することで道床部をプレパックドコンクリート化（以下、てん充道床）する軌道（以下、既設線省力化軌道）が開発された。既設省力化軌道の開発においては、剛性が高いてん充道床によって既設路盤への応力が低減するため、軌道沈下の抑制が期待された。しかしながら、軟弱な路盤上における敷設試験の結果、路盤剛性に起因する軌道への変状が生じたことから、既設線省力化軌道を敷設する場合、路盤改良により路盤の地盤反力係数 K_{30} 値が 70MN/m^3 以上を確保する必要があることが明らかとなった。

その一方で、国鉄民営化以降、首都圏における旅客および貨物等の輸送量の増加によって軌道保守量も増加し、さらに軌道保守は夜間に行われるため保守作業で生じる騒音問題と相まって、軌道保守の省力化の優先度が高まった。これらの背景により、首都圏の既設の在来バラスト軌道を中心に、1999年から既設線省力化軌道の敷設工事が開始された。首都圏の路盤は、設計標準が整備されていない1968年以前に敷設された路盤であり、かつ首都圏域では関東ローム等の粘性土が広く分布しているため、既設線省力化軌道の敷設に適さない路盤条件であり、路盤改良を行う必要があった。しかしながら、既設線省力化軌道を対象とするバラスト軌道の路盤は、列車の高密度な運行によって塑性沈下が収束し、軌道を支持する路盤として十分な剛性を有しているという思想の下、基本的には路盤改良を行わずに既設線省力化軌道が敷設された実状があった。

既設線省力化軌道を敷設して数年、一部の既設線省力化軌道では路盤の軟弱化や雨水の排水不良等と相まって補修が必要となる場合があり、バラスト軌道と比べると保守費が高くなることもある。これまでの敷設や補修等の経験から、既設線省力化軌道を新たに敷設する場合には排水設備の設置の検討を必須としており、排水設備を設けることにより、排水不良による既設線省力化軌道の損傷が少なくなったとの報告がある。その一方で、コストに見合った路盤改良工法が無かったため、路盤改良は実施されていない現状がある。

本研究では、既設線省力化軌道を軟弱路盤上に施工する場合を対象として、既設線省力化軌道の施工と同時に路盤改良を行うことができる路盤改良工法（施工方法および設計方法）の開発について検討した。路盤改良を適用することで、路床に生じる鉛直応力が低減されて路床の塑性沈下を抑制できる。さらに、てん充道床下面に生じる曲げ応力も低減できるため、路盤改良を適用しない場合と比べて、てん充道床の疲労破壊のリスクが低減することを期待できる。そのため、路盤改良層厚を決定する「設計方法」の提案では、路床の塑性沈下量およびてん充道床に疲労破壊に着目することとした。本研究で開発した路盤改良工法は、軟弱な原地盤上においても、適切な路盤改良厚

で敷設することにより、既設線省力化軌道を健全な状態で維持できることが可能であると考えられる。本論文は、全5章で構成され、各章の概要は下記のとおりである。

第1章では、現行の鉄道路盤および路床の設計の変遷、新設線における路盤の設計の概念を紹介し、バラスト軌道における路盤改良方法を述べ、既設線省力化軌道用の路盤改良工法に関する研究の概略を示すとともに、本研究の目的を明記した。

第2章では、補修が容易なバラスト軌道を対象として、既設線省力化軌道用の路盤改良工法における「施工方法」を開発した。本研究で開発した「施工方法」は、既開発の路盤改良材の骨材に新バラストを用いたグラウト充填路盤改良工法と同様の路盤改良層を構築するものであるが、路盤上部を新バラストに置き換える作業と新バラストにセメント系グラウト材を充填する作業を分離し、グラウト充填を別日程で実施できるようにして全体工程の効率化を図った。そして、実物大のバラスト軌道模型を用いた繰返し載荷試験により、開発した路盤改良の効果を確認した。

第3章では、本路盤改良工法における「設計方法」の提案を行った。実物大の既設線省力化軌道模型を用いた繰返し載荷試験および路床土の繰返し三軸試験により、列車荷重を受ける軌道の変形特性を評価するとともに、軌道沈下量の推定方法を構築した。また、既設線省力化軌道を構成するてん充道床の曲げ試験および曲げ疲労試験により、てん充道床の曲げ疲労破壊特性を評価した。

第4章では、第2章および第3章で検討した「施工方法」および「設計方法」を基に、営業線において既設線省力化軌道と同時に本路盤改良工法の試験施工を行った。一連の原地盤剛性の調査、路盤改良厚の設計、営業線での現場施工について紹介し、本路盤改良工法の施工性および改良効果を検証した。

第5章では、以上により得られた知見を基に、既設線省力化軌道用の路盤改良厚の設計手順を整理し、本研究で得られた結論をまとめた。また、今後の課題についても言及した。